



# Formosan Entomologist

Journal Homepage: [entsocjournal.yabee.com.tw](http://entsocjournal.yabee.com.tw)

## The Control of Varroa destructor Using Thymol in Honeybee Colonies 【Research report】

### 利用百里酚防治蜂蟹蟎【研究報告】

Chun-Ting Chen 1, Pei-Shan Wu 2, Yue-Wen Chen 2\*, and Chia-Chung Chen 3  
陳春廷1、吳佩珊2、陳裕文2\*、陳家鐘3

\*通訊作者E-mail: [chenyw@niu.edu.tw](mailto:chenyw@niu.edu.tw)

Received: 2009/09/22 Accepted: 2009/10/08 Available online: 2009/10/01

### Abstract

Varroa destructor is an ectoparasite of serious economic importance to beekeeping in Taiwan. In this study, we evaluated the efficacy of thymol against varroa mites in honeybee colonies. In the laboratory trials of thymol against varroa mites, the 10 g thymol treatment provided the best results. The 0-15 days mite mortality was above 81% after treatment, with an  $86.3 \pm 11.7\%$  (mean  $\pm$  sd) mite mortality at 15 days post-treatment. The 5 g thymol treatment resulted in an average 82% mite mortality at 12 days post-treatment, with a  $78.8 \pm 18.8\%$  mite mortality at 15 days post-treatment, but at days 13 to 15 it caused only  $45.8 \pm 24.4\%$  mite mortality. In the laboratory trials of the thymol toxin on adult bees, the 20 g treatment caused a significant increase in mortality of adult bees ( $p < 0.05$ ). In the field trial, in the summer of 2004 (June to Sep), we evaluated the efficacy of thymol. The 20 g thymol treatment gave the best results, causing  $93.2 \pm 2.3\%$  mite mortality; the thymol 10 g treatment resulted in a mite mortality of  $71.2 \pm 14.2\%$ . There was a significant difference ( $p < 0.05$ ) between the 2 dosages. We also obtained a similar result when 20 g thymol was divided into two equal parts of 10 g administration once a week. In the field trial in winter (Dec 2004 to Jan 2005), we evaluated the efficacy of thymol. The thymol 20 g treatment resulted in a mite mortality of  $13.7 \pm 4.6\%$ . In the second field trial the next winter, we evaluated the efficacy of powdered thymol, by sticking 4 g of powdered thymol to a cardboard measuring 21 cm x 28 cm. We conducted three successive treatments at 7 day intervals by placing the thymol-covered cardboard onto the frames or between the bee space. These treatments resulted in a mite mortality of  $38.0 \pm 13.0\%$  and  $64.1 \pm 19.0\%$ , respectively. There was a significant difference ( $p < 0.05$ ) in mite mortality. This study also used Api Life VAR® 10 g by conducting three successive treatments resulting in a mite mortality of  $88.2 \pm 7.4\%$ . These results suggest that applications of thymol would be effective to control the varroa mites in Taiwan.

### 摘要

蜂蟹蟎 (Varroa destructor) 是台灣養蜂業最嚴重的敵害，本研究評估百里酚 (thymol) 於不同季節與施用方式防治蜂蟹蟎的效果。百里酚室內殺蟎試驗結果顯示，10 g 百里酚的效果最佳，施用後 0~15 日的三日殺蟎率皆達 81% 以上，其平均殺蟎率則為  $88.3 \pm 9.7\%$  (mean  $\pm$  sd)；5 g 百里酚處理組，施藥後 0~12 日的三日殺蟎率亦達 82% 以上，平均殺蟎率則為  $76.6 \pm 22.3\%$ ，但 13~15 日的殺蟎率則下降為 45%；百里酚室內成蜂毒性試驗結果顯示，20 g 百里酚對成蜂具有毒性，與 10 g 處理組及對照組具有顯著差異 ( $p < 0.05$ )。本研究於 2004 年 6~9 月進行百里酚的夏季田間試驗，百里酚 20 g 的處理組效果最佳，殺蟎率可達  $93.2 \pm 2.3\%$ ；百里酚 10 g 的處理組殺蟎率為  $71.2 \pm 14.2\%$ ，兩者具有顯著差異 ( $p < 0.05$ )；如果改以每週使用 10 g 百里酚純藥，連續兩次，殺蟎率則為  $89.1 \pm 6.2\%$ 。本研究另於 2004 年 12 月至 2005 年 1 月進行百里酚純藥 20 g 的冬季田間試驗，結果顯示殺蟎率僅  $13.7 \pm 4.6\%$ 。另於 2005 年 12 月至 2006 年 1 月進行第 2 次冬季田間試驗，將百里酚磨成粉末狀，取 4 克粉末黏附於 21 cm x 28 cm 的單面紙板上，每週更換藥劑 1 次，連續施用 3 次，紙板擺放位置分為平放巢框上方與懸掛於巢片之間兩種處理方法；懸掛法處理組殺蟎率為  $64.1 \pm 19.0\%$  (mean  $\pm$  sd)，平放法處理組殺蟎率為  $38.0 \pm 13.0\%$ ，兩者具有顯著差異 ( $p < 0.05$ )。本研究又於 2006 年 4~5 月探討百里酚商品 Api Life VAR® 的防治效果，每週使用 10 g，連續 3 週後殺蟎率為  $88.2 \pm 7.4\%$ 。本文中也針對百里酚在台灣之適用性與施用方法提出防治建議。

**Key words:** thymol, Varroa destructor, honeybee, control

**關鍵詞:** 百里酚、蜂蟹蟎、蜜蜂、防治。

Full Text: [PDF\(0.38 MB\)](#)

下載其它卷期全文 Browse all articles in archive: <http://entsocjournal.yabee.com.tw>

## 利用百里酚防治蜂蟹蟎

陳春廷<sup>1</sup>、吳佩珊<sup>2</sup>、陳裕文<sup>2\*</sup>、陳家鐘<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 國立東華大學生物資源與科技所 (美崙校區) 97003 花蓮市華西路 123 號

<sup>2</sup> 國立宜蘭大學動物科技系 26047 宜蘭市神農路 1 段 1 號

<sup>3</sup> 朝陽科技大學應用化學系 41349 台中縣霧峰鄉吉峰東路 168 號

### 摘要

蜂蟹蟎 (*Varroa destructor*) 是台灣養蜂業最嚴重的敵害，本研究評估百里酚 (thymol) 於不同季節與施用方式防治蜂蟹蟎的效果。百里酚室內殺蟎試驗結果顯示，10 g 百里酚的效果最佳，施用後 0~15 日的三日殺蟎率皆達 81% 以上，其平均殺蟎率則為  $88.3 \pm 9.7\%$  (mean  $\pm$  sd)；5 g 百里酚處理組，施藥後 0~12 日的三日殺蟎率亦達 82% 以上，平均殺蟎率則為  $76.6 \pm 22.3\%$ ，但 13~15 日的殺蟎率則下降為 45%；百里酚室內成蜂毒性試驗結果顯示，20 g 百里酚對成蜂具有毒性，與 10 g 處理組及對照組具有顯著差異 ( $p < 0.05$ )。本研究於 2004 年 6~9 月進行百里酚的夏季田間試驗，百里酚 20 g 的處理組效果最佳，殺蟎率可達  $93.2 \pm 2.3\%$ ；百里酚 10 g 的處理組殺蟎率為  $71.2 \pm 14.2\%$ ，兩者具有顯著差異 ( $p < 0.05$ )；如果改以每週使用 10 g 百里酚純藥，連續兩次，殺蟎率則為  $89.1 \pm 6.2\%$ 。本研究另於 2004 年 12 月至 2005 年 1 月進行百里酚純藥 20 g 的冬季田間試驗，結果顯示殺蟎率僅  $13.7 \pm 4.6\%$ 。另於 2005 年 12 月至 2006 年 1 月進行第 2 次冬季田間試驗，將百里酚磨成粉末狀，取 4 克粉末黏附於 21 cm x 28 cm 的單面紙板上，每週更換藥劑 1 次，連續施用 3 次，紙板擺放位置分為平放巢框上方與懸掛於巢片之間兩種處理方法；懸掛法處理組殺蟎率為  $64.1 \pm 19.0\%$  (mean  $\pm$  sd)，平放法處理組殺蟎率為  $38.0 \pm 13.0\%$ ，兩者具有顯著差異 ( $p < 0.05$ )。本研究又於 2006 年 4~5 月探討百里酚商品 Api Life VAR<sup>®</sup> 的防治效果，每週使用 10 g，連續 3 週後殺蟎率為  $88.2 \pm 7.4\%$ 。本文中也針對百里酚在台灣的適用性與施用方法提出防治建議。

**關鍵詞：**百里酚、蜂蟹蟎、蜜蜂、防治。

\*論文聯繫人

Corresponding email: chenyw@niu.edu.tw

## 前 言

蜂蟹蟎 (*Varroa destructor* Anderson & Trueman, 原名 *Varroa jacobsoni* Oudemans) 為蜜蜂身上的一種體外寄生蟎類，被蜂蟹蟎寄生的蜜蜂幼蟲會有發育不全的現象，寄主如羽化則可能出現翅萎縮無法飛行、蠟腺萎縮無法泌蠟築巢、體重較輕且壽命縮短等現象，嚴重者可能會導致寄主不能羽化而死亡 (De Jong *et al.*, 1982; De Jong and De Jong, 1983; Schneider and Drescher, 1987)。這些發育不正常的工蜂已無法擔任正常的職務，最後被趕出蜂箱外飢餓而死。蜂蟹蟎除了對寄主造成直接的傷害外，也容易造成間接的傷害，例如：多種蜜蜂病毒 (Bowen-Walker *et al.*, 1999; Chen and Chen, 2007) 與真菌性病害的媒介者或帶原者 (Liu, 1996; Sammataro, 1997)，因此，被蜂蟹蟎危害蜂群的蜂勢較容易變弱，嚴重者也會造成整群滅亡。

目前，除了澳洲以外，全球主要的養蜂地區皆有蜂蟹蟎的分佈 (Matheson, 1995)，至少有 60 個國家報導蜂蟹蟎的危害 (Williams, 2000)，台灣則於 1970 年在新竹地區發現蜂蟹蟎，1975 年全台養蜂場的蜂蟹蟎發生率已達 100% (Lo and Chao, 1975)。面對此嚴重的敵害，早期台灣蜂農普遍使用牛壁逃 (coumaphos)，但此藥劑長期使用，防治效果已明顯降低 (Chen *et al.*, 1994)。近年來各國蜂農多以福化利 (fluvalinate) 防治蜂蟹蟎，而我國也推薦使用福化利浸泡的木片防治之，但 Milani (1995) 早已報導義大利地區的蜂蟹蟎對福化利產生抗性，此後於法國 (Colin *et al.*, 1997)、美國 (Elzen *et al.*, 1999) 與地中海地區 (Floris *et al.*, 2001) 皆有蜂蟹蟎對福化利產生抗性的報導，而台灣近年來多數蜂

農亦表示福化利的防治效果明顯下降，Chen *et al.* (2002) 也指出在台灣必須加重福化利的劑量才能有效防治蜂蟹蟎。目前世界各國多提倡以天然物質做為防治資材，有機酸近年來成為主要研究議題，使用甲酸 (formic acid) 防治率可高達 80% 以上 (Chen *et al.*, 1995)；使用草酸 (oxalic acid)，防治率可達 82% 左右 (Chen *et al.*, 2008)。為解決日趨嚴重的蜂蟹蟎危害問題，必須積極開發替代性的防治資材。百里酚 (thymol) 為分離自百里香 (*Thymus vulgaris*) 植物的天然成分，常溫下為白色結晶固體，具有殺菌、防腐、驅蟲及殺蟲的效果，也被發現具有防治蜂蟹蟎的應用價值。目前百里酚已開發出多種商品藥劑，例如：Apiguard<sup>®</sup> 內含 25% thymol，連續施用 5 週防治率可達 87% 以上 (Palmeri *et al.*, 2008)；Api Life VAR<sup>®</sup> 內含 74% thymol、16% eucalyptus oil、3.7% canphor 與 3.7% menthol，連續使用 4 週，防治率可得 74% 以上 (Floris *et al.*, 2004)。目前台灣尚未進口此類藥劑，因此本試驗主要以百里酚純藥為實驗藥劑，並搭配 Api Life VAR<sup>®</sup> 商品為對照藥劑，以探討百里酚對台灣養蜂業的適用性。由於百里酚屬於揮發式藥劑，易受環境溫度影響揮發程度，因此有必要於不同環境下使用不同的防治方式，以達到較佳的防治效果。

## 材料與方法

### 一、試驗蜂群與管理

西洋蜂 (*Apis mellifera*) 共 40 群飼養於宜蘭市國立宜蘭大學校園內，每群的工蜂數量均達 8 片以上且有一隻正常產卵的蜂后，挑選每日落蟎數 5 隻以上蜂群進行試驗，並視外界的蜜源狀況隨時於蜂箱內補充餵食蔗

糖水 (1 : 1, w / w)。

## 二、供試藥劑與防治資材製備

百里酚 (thymol 純藥 99%, Sigma), Api Life VAR<sup>®</sup> (74% thymol、16% eucalyptus oil、3.7% canphor 與 3.7% menthol, Chemicals Laif, Italy), 福化利 (fluvalinate) 25% 乳劑 (台北市聯因公司), 牛壁逃 (coumaphos) 粉劑 (Bayer)。福化利藥片製備：將 25% 福化利乳劑以水稀釋 5 倍, 使之成爲含 5% 福化利的稀釋液, 再將木製壓舌板 (150 mm × 17 mm × 1.5 mm) 浸泡其中達 24 小時, 隨後取出置入烘箱以 45°C 烘乾 24 小時後備用。

## 三、室內藥效試驗

爲探討不同劑量百里酚對蜂蟹蟻與成蜂的致死效果與藥劑殘效, 將 5 g 百里酚均勻盛裝於培養皿 (直徑 9 cm) 內, 取一空蜂箱將藥盒放置於箱內巢框上, 劑量區分爲 5 g (1 盒藥劑)、10 g (2 盒藥劑) 與 20 g (4 盒藥劑), 每個劑量逢機選取四箱蜂群, 分別挑選蜂群中央育幼區的巢片, 利用蜂刷每隔 3 日刷落約 200 隻蜜蜂, 飼養於塑膠製養蟲箱內 (30 cm × 30 cm × 30 cm), 其中放置一片蜂巢片 (10 cm × 10 cm × 3 cm) 以利蜜蜂攀附, 並餵食蔗糖水 (1 : 1, w / w), 每一成蜂飼養箱放置於一處理的蜂箱內, 蜂箱環境則爲室溫全暗; 每日統計落蟻數與死蜂數, 並於 3 日後移出飼養箱犧牲成蜂以計算未被殺死的蜂蟹蟻數與成蜂數, 再於處理蜂箱中移入新一批成蜂飼養箱, 共連續移入 5 批成蜂, 以探討處理藥劑於施用後 1~3 日、4~6 日、7~9 日、10~12 日與 13~15 日對蜂蟹蟻與成蜂的致死效果。致死率的計算式爲  $E (%) = V_T / (V_T + V_L) \times 100\%$ 。  $V_T$  爲使用百里酚期間

的 3 日總落蟻數或總死蜂數,  $V_L$  則是 3 日後活蟻數或活蜂數。

## 四、田間蜂群防治試驗

### 1. 百里酚純藥夏季田間試驗一

本試驗於 2004 年 6~8 月於國立宜蘭大學試驗蜂場進行, 逢機選取 15 箱蜜蜂, 平均分爲 3 組, 分別爲百里酚 10 g、20 g 及對照組, 其中每 5 g 藥劑均勻分裝於一培養皿中, 亦即 10 g 處理組放置 2 藥盒, 20 g 處理組放置 4 藥盒; 百里酚藥盒置於巢框上方連續放置 3 週, 第 4 週後所有蜂群皆施用 0.3 g 牛壁逃於蜂箱後窗, 並同時懸掛 3 片含福化利的壓舌板, 第 5 週追加福化利與牛壁逃 1 次, 用以殺死蜂群內殘存的蜂蟹蟻。

試驗蜂群於蜂箱底部放置 1 片足以涵蓋全部蜂箱底面積的白色壓克力板, 板面塗佈一層凡士林以黏附上方掉落的蜂蟹蟻, 再於壓克力板與巢框間鋪設一層金屬網, 藉以阻隔蜜蜂接觸被壓克力板黏附的蜂蟹蟻; 試驗期間每 3 至 4 日取出壓克力板計算落蟻數目, 連續記錄 6 週。並根據 Bacandritsos *et al.* (2007) 的方法計算防治效果, 計算式如下:  $E (%) = V_T / (V_T + V_C) \times 100\%$ 。

$E (%)$  爲防治效果,  $V_T$  爲使用百里酚期間的落蟻數,  $V_C$  則是使用福化利與牛壁逃期間的落蟻數。

### 2. 百里酚純藥夏季田間試驗二

本試驗於 2004 年 8~9 月於國立宜蘭大學試驗蜂場進行, 逢機選取 5 箱蜜蜂, 施用藥劑量爲百里酚 10 g, 將藥劑平均分裝於培養皿中 (2 盒藥劑), 置於巢框上方每週更換一次藥劑, 連續 2 週, 第 3 週後所有蜂群皆施用 0.3 g 牛壁逃於蜂箱後窗, 並同時懸掛 3 片含福化利的壓舌板, 第 4 週追加福化利與

牛避逃 1 次，用以殺死蜂群內殘存的蜂蟹蟻。試驗期間每 3 至 4 日取出壓克力板計算落蟻數目，連續記錄 5 週，計算防治效果。

### 3. 百里酚純藥冬季田間試驗一

本試驗於 2004 年 12 月至 2005 年 1 月於國立宜蘭大學試驗蜂場進行，逢機選取 5 箱蜜蜂，施用藥劑量為百里酚 20 g，將藥劑平均分裝於培養皿中（4 盒藥劑），置於巢框上方連續放置 3 週，第 4 與 5 週施用 0.3 g 牛避逃於蜂箱後窗，並同時懸掛 3 片含福化利的壓舌板各一次。試驗期間每 3 至 4 日取出壓克力板計算落蟻數目，連續記錄 6 週，計算防治效果。

### 4. 百里酚純藥冬季田間試驗二

本試驗於 2005 年 12 月至 2006 年 1 月於國立宜蘭大學試驗蜂場進行，逢機選取 9 箱蜜蜂，將細塊狀的百里酚研磨成粉末，取 4 克粉末均勻黏附於砂畫紙上（21 cm × 28 cm），處理方法分為置於蜂箱內巢框上方（ $n = 4$ ）、懸掛於箱內巢片中央處（ $n = 5$ ），每週更換一次藥劑，連續 3 週，第 4 與 5 週施用 0.3 g 牛避逃於蜂箱後窗，並同時懸掛 3 片含福化利的壓舌板各一次。試驗期間每 3 至 4 日取出壓克力板計算落蟻數目，連續記錄 6 週，計算防治效果。

### 5. 百里酚商品 Api Life VAR<sup>®</sup> 春季田間試驗

本試驗於 2006 年 4~5 月於國立宜蘭大學試驗蜂場進行，逢機選取 5 箱蜜蜂，施用藥劑為百里酚商品 Api Life VAR<sup>®</sup>，施用藥劑量為 10 g，將藥劑平均分成 4 等份，置於巢框上方，每週更換藥劑，連續 3 週，第 4 與 5 週施用 0.3 g 牛避逃於蜂箱後窗，並同時懸掛 3 片含福化利的壓舌板各一次。試驗期間

每 3 至 4 日取出壓克力板計算落蟻數目，連續記錄 6 週，計算防治效果。

## 結 果

### 一、室內藥效試驗

#### 1. 不同百里酚劑量的蜂蟹蟻死亡率

室內試驗的結果顯示，10 g 百里酚的殺蟻效果較佳，蜂箱於放置 1 次百里酚藥盒後的 15 日調查期間，可發現每一批次蜂蟹蟻死亡率均可高達 81% 以上（表一）；其中第 4 批次（施藥後 10~12 日）蜂蟹蟻死亡率達  $96.6 \pm 4.1\%$  (mean  $\pm$  sd)，第 5 批次也達  $93.3 \pm 7.7\%$ ，最後得 5 批次蜂蟹蟻死亡率平均為  $88.3 \pm 9.7\%$ 。相較之下，使用 5 g 百里酚的殺蟻效果稍差，其第 1~4 批次（施藥後 1~12 日）蜂蟹蟻死亡率均可高達 78% 以上（表一），其中第 1 批次施藥後（1~3 日）甚至顯著高於 10 g 處理組（ $p < 0.05$ ），但第 5 批次（施藥後 13~15 日）蜂蟹蟻死亡率大幅下降為  $45.8 \pm 24.4\%$ ，最後得 5 批次蜂蟹蟻死亡率平均為  $76.6 \pm 22.3\%$ ，顯著低於 10 g 處理組（ $p < 0.05$ ）。

#### 2. 不同百里酚劑量的成蜂死亡率

室內試驗的結果顯示，使用 10 g 百里酚於 15 日調查期間均不會顯著（ $p > 0.05$ ）提高成蜂的死亡率（表二）。但使用 20 g 百里酚卻導致成蜂大量死亡，各批次蜜蜂的平均死亡率均高達 45% 以上，其中第 2~4 批次（施藥後 4~12 日）的平均成蜂死亡率均達 70%，總計試驗期間的平均成蜂死亡率高達  $61.7 \pm 15.0\%$ 。值得注意的是，該處理組各批次成蜂死亡率的變異係數（CV%）均超過 50%，此肇因於提供試驗的 4 群蜜蜂中，其中 1 箱蜜蜂的死亡率於試驗期間的死亡率始

表一 室內試驗施用百里酚 15 日期間之蜂蟹蟎死亡率 (%)

Table 1. Mortality of varroa mites at the 15-days investigation period after thymol treatment in the laboratory trial

Dose	Day 1-3	Day 4-6	Day 7-9	Day 10-12	Day 13-15	Average
10 g	83.5 ± 3.8b*	81.1 ± 11.0a	86.6 ± 11.9a	96.6 ± 4.12a	93.8 ± 7.7a	88.3 ± 9.7a
5 g	92.1 ± 6.1a	78.0 ± 20.7a	78.2 ± 17.3a	83.6 ± 14.9a	45.8 ± 24.4b	76.6 ± 22.3b
0 g	19.1 ± 2.1c	14.1 ± 10.0b	17.1 ± 12.1b	25.7 ± 6.46b	12.5 ± 4.2bc	17.3 ± 8.4c

\* Means in the same column followed by a different letter are significantly different by Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ).

表二 室內試驗施用百里酚 15 日期間之成蜂死亡率 (%)

Table 2. Mortality of adult bees at the 15-day investigation period after thymol treatment in the laboratory trial

Dose	Day 1-3	Day 4-6	Day 7-9	Day 10-12	Day 13-15
20 g	45.0 ± 34.5 a*	69.7 ± 37.8 a	70.2 ± 44.6 a	70.2 ± 44.6 a	46.1 ± 39.7 a
10 g	6.5 ± 4.4 b	15.8 ± 8.4 b	6.9 ± 3.8 b	6.9 ± 3.8 b	11.0 ± 9.7 b
0 g	3.2 ± 2.4 b	3.6 ± 2.5 b	2.9 ± 2.1 b	2.9 ± 2.1 b	3.6 ± 2.4 b

\* Means in the same column followed by a different letter are significantly different by Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ).

終維持在 15% 以下 (資料未列出), 其餘 3 群蜜蜂則均呈現大量死亡的現象, 如此顯示蜂群間對百里酚的耐受性呈現極大的差異。

## 二、田間蜂群防治試驗

### 1. 百里酚純藥夏季田間試驗一

依據試驗期間的落蟎數計算百里酚的防治效果, 可以發現百里酚 20 g 處理組的防治效果顯著高於 10 g 處理組 (表三), 前者第 1 週的殺蟎率為 38.5 ± 9.3%, 第 2 週殺蟎率達 45.8 ± 14.2%, 第 3 週為 9.0 ± 4.9%, 累計 3 週的蜂蟹蟎死亡率達 93.2 ± 2.3%; 而百里酚 10 g 處理組, 其施用第 1 週的殺蟎率為 40.0 ± 15.2%, 第 2 週殺蟎率下降為 21.7 ± 11.2%, 第 3 週為 9.4 ± 5.3%, 累計 3 週的蜂蟹蟎死亡率為 71.2 ± 14.2%, 顯著低於 20 g 處理組 ( $p < 0.05$ ); 而試驗期間對照組的自然落蟎率為 11.5 ± 6.8%, 與百里酚 20 g 處理組相差達 81.7%, 與百里酚 10 g 處理組則相差約 59.7%。

### 2. 百里酚純藥夏季田間試驗二

田間試驗 20 g 處理組的殺蟎率顯著高於 10 g 處理組 ( $p < 0.05$ ), 但室內試驗結果, 施用 20 g 處理組的成蜂死亡率顯著高於 10 g 處理組 ( $p < 0.05$ ), 因此, 於同年進行第二次夏季田間試驗, 此時將 20 g 百里酚分成兩次處理 (10 g 與 10 g), 施用第 1 週 (8/9~8/16) 的殺蟎率為 44.7 ± 23.5%, 第 2 週 (8/16~8/23) 的殺蟎率為 44.4 ± 26.0%, 累計 2 週的蜂蟹蟎死亡率僅為 89.1 ± 6.2% (表四), 其數值與夏季試驗一的 20 g 處理組 93.2 ± 2.3% 相當 (表三), 顯示其具有類似的防治效果。

### 3. 百里酚純藥冬季田間試驗一

由夏季田間試驗結果得知, 百里酚 20 g 處理組的防治效果較佳, 但相同的劑量與施用方式於冬季進行田間試驗的結果顯示 (表五), 施用後第 1 週 (12/26~1/2) 的殺蟎率為 4.7 ± 2.4%, 第 2 週 (1/2~1/9) 殺蟎率則

表三 試驗蜂群於夏季使用百里酚防治蜂蟹蟎的效果

Table 3. Efficacy of honeybee colonies that were administered different doses of thymol in the summer trial

Dose	Varroa drop-down (%)			Cumulative mortality
	Week 1	Week 2	Week 3	
20 g	38.5 ± 9.3	45.8 ± 14.2	9.0 ± 4.9	93.2 ± 2.3 a*
10 g	40.0 ± 15.2	21.7 ± 11.2	9.4 ± 5.3	71.2 ± 14.2b
0 g	3.7 ± 1.9	4.1 ± 3.3	3.7 ± 2.1	11.5 ± 6.8c

\* Means in the same column followed by a different letter are significantly different by Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ).

表四 試驗蜂群於夏季連續二週使用 10 g 百里酚防治蜂蟹蟎的效果

Table 4. Efficacy of honeybee colonies receiving two successive 10 g thymol treatments in the summer trial\*

Treatment	Varroa drop-down (%)			Cumulative mortality
	Week 1	Week 2	Week 3	
Thymol 10 g + 10 g	44.7 ± 23.5	44.4 ± 26.0		89.1 ± 6.2

\* Week 1, 1<sup>st</sup> treatment; week 2, 2<sup>nd</sup> treatment with 10 g thymol

表五 試驗蜂群於冬季使用 20 g 百里酚防治蜂蟹蟎的效果

Table 5. Efficacy of honeybee colonies that were administered 20 g thymol in the winter trial

Treatment	Varroa drop-down (%)			Cumulative mortality
	Week 1	Week 2	Week 3	
Thymol 20 g	4.7 ± 2.4	4.8 ± 1.3	4.2 ± 1.2	13.7 ± 4.6

為 4.8 ± 1.3%，第 3 週 (1/9~1/6) 為 4.2 ± 1.2%，累計 3 週的蜂蟹蟎死亡率僅為 13.7 ± 4.6% (表五)，其數值與夏季試驗一的對照組 11.5 ± 6.8% 落蟎率相當 (表三)，顯示其幾乎不具防治效果。

#### 4. 百里酚純藥冬季田間試驗二

為改善百里酚於冬季施用防治效果不佳的現象，本文於次年進行第二次冬季田間試驗，此時將 4 g 百里酚研磨為粉末並黏附於 21 cm × 28 cm 紙板用以增加藥劑揮發的表面積，防治效果即有效改善。其中將藥片板懸掛於箱內巢片者效果最佳，施用第 1 週 (12/25~1/1) 的殺蟎率為 15.1 ± 9.8%，第 2 週 (1/1~1/8) 殺蟎率則為 31.5 ± 17.7%，第

3 週 (1/8~1/15) 為 17.5 ± 9.3%，累計 3 週的蜂蟹蟎死亡率達 64.1 ± 19.0% (表六)。將藥片板放置於箱內巢框上方者，改善效果不如前者，其施用第 1 週 (12/25~1/1) 的殺蟎率為 9.3 ± 7.2%，第 2 週 (1/1~1/8) 殺蟎率則為 13.7 ± 6.4%，第 3 週 (1/8~1/15) 為 14.9 ± 4.5%，累計 3 週的蜂蟹蟎死亡率為 38.0 ± 13.0% (表六)，防治效果顯著較低 ( $p < 0.05$ )。

#### 5. 百里酚商品 Api Life VAR<sup>®</sup> 春季田間試驗

為了解商品與純藥防治效果差異，本文於 2006 年 4 月份進行百里酚商品 Api Life VAR<sup>®</sup> 春季田間試驗，取 10 g 藥劑平均分成 4 等份，置於巢框上方，每週更換藥劑，連續

表六 試驗蜂群於冬季在蜂箱不同位置連續施用 3 次百里酚藥片防治蜂蟹蟎的效果

Table 6. Efficacy of honeybee colonies receiving three successive thymol cardboards at different locations in the winter trial

Location of thymol	Varroa drop-down (%)			Cumulative mortality
	1st treatment	2nd treatment	3rd treatment	
Bee space	15.1 ± 9.8	31.5 ± 17.7	17.5 ± 9.3	64.1 ± 19.0 a*
Upon frames	9.3 ± 5.2	13.7 ± 6.4	14.9 ± 4.5	38.0 ± 13.0 b

\* Means in the same column followed by a different letter are significantly different by the *Student's t-test* ( $p < 0.05$ ).

表七 試驗蜂群於春季連續三週使用 10 g Api Life VAR<sup>®</sup> 防治蜂蟹蟎的效果

Table 7. Efficacy of honeybee colonies receiving three successive treatments of 10 g Api Life VAR<sup>®</sup> in the spring trial\*

Treatment	Varroa drop-down (%)			Cumulative mortality
	Week 1	Week 2	Week 3	
Api Life VAR <sup>®</sup> 10 g + 10 g + 10 g	39.7 ± 10.8	33.9 ± 6.0	14.6 ± 4.3	88.2 ± 7.4

\* Week 1, 1<sup>st</sup> treatment; week 2, 2<sup>nd</sup> treatment; week 3, 3<sup>rd</sup> treatment with 10 g Api Life VAR<sup>®</sup>

3 週結果顯示，施用後第 1 週 (4/3~4/10) 的殺蟎率為 39.7 ± 10.8%，第 2 週 (4/10~4/17) 殺蟎率則為 33.9 ± 6.0%，第 3 週 (4/17~4/24) 為 14.6 ± 4.3%，累計 3 週的蜂蟹蟎死亡率僅為 88.2 ± 7.4% (表七)。其數值與夏季試驗一的 20 g 處理組 93.2 ± 2.3% (表三)、夏季試驗二處理組 89.1 ± 6.2% (表四) 相當，顯示百里酚純藥與商品具有類似的防治效果。

## 討 論

蜂蟹蟎對全球養蜂業已造成重大的危害，因此其防治藥劑的篩選與防治策略一直是研究的重點，目前歐洲各國登記可使用的防治資材可區分為 (1) 化學藥劑：福化利、flumethrin、amitraz、coumaphos；(2) 有機酸：甲酸 (formic acid)、草酸 (oxalic acid)；(3) 植物精油：百里酚 (thymol)、油加利油 (eucalyptol)。台灣地區目前登記核准

使用的防治資材僅福化利一項，長時間使用單一藥劑，將導致蜂蟹蟎產生抗藥性，歐美地區已證實蜂蟹蟎對多種化學藥劑具有抗藥性 (Milani, 1999)；且蜂產品一直被視為健康性食品，如使用過多的化學藥劑，將導致嚴重的殘留問題。植物精油僅具微毒性，被視為相對安全，一般均未訂定殘留量標準 (Mutinelli, 2000)。而且，如能正確使用植物精油或有機酸進行防治蜂蟹蟎，兩者的防治效果並不亞於化學藥劑，且無殘留規範問題。

目前國際間以百里酚為主成分的防治蜂蟹蟎商品，主要有 Api Life VAR<sup>®</sup> (Chemicals Laif, Italy) 內含 74% thymol、16% eucalyptus oil、3.7% camphor 與 3.7% menthol，此產品不僅 thymol 具有殺蟎能力，另外 3 種內含物也都具有防治效果；Apiguard<sup>®</sup> (Vita Limited, UK) 商品為 50 g gel，內含 25% thymol；每 2 週更換一次藥劑，連續 4 週後，前者防治率為 74~81%，後者為 90~95% (Floris *et al.*, 2004)。但台

灣目前尚未進口此兩種商品，因此本文主要利用百里酚純藥進行試驗。台灣地處亞熱帶，蜂群並無越冬停卵的現象，正常蜂群內全年皆有封蓋期幼蟲，一般來說，防治資材只能殺死成蜂體上的蜂蟹蟻，對於封蓋巢房中的蜂蟹蟻無法達到防治的效果，因此防治資材必須能維持防治力達 15 日以上才能得到良好的防治效果。由本文室內試驗結果顯示（表一），單一施用 10 g 百里酚時，於 15 日內的平均殺蟻率可達 88%，而且該劑量對成蜂不具明顯致死毒性（表二）；施用 5 g 百里酚時，平均殺蟻率僅可維持 12 日，13 至 15 日平均殺蟻率僅剩  $45.8 \pm 24.4\%$ （表一），殺蟻率明顯低於 0 至 12 日。因此田間試驗時劑量必須選擇高於 10 g 以上。另於成蜂毒性試驗時，使用 10 g 與 20 g 之劑量進行試驗，處理組 10 g 與對照組之成蜂死亡率 0 至 15 天，每 3 天記錄 1 次皆無顯著差異 ( $p > 0.05$ )，但處理組 20 g 與 10 g 的 0 至 15 日成蜂死亡率，每 3 天記錄 1 次，皆具有顯著差異 ( $p < 0.05$ )，但不同蜂群對於藥劑的忍受性具有相當大的差異；使用 20 g 劑量於 4 個不同的蜂群，0 至 15 日平均成蜂死亡率最高為 83%，而最低為 7%（資料未列出），平均成蜂死亡率為  $61.7 \pm 15.0\%$ （資料未列出）。由於室內試驗時蜜蜂數目約為 200 至 300 隻，且飼養於飼養箱中，並無法具有與田間蜂群相同的搨風排氣行為，且於田間試驗使用 20 g 劑量時，對於施用蜂群的蜂勢並無減弱現象，也未出現死蜂明顯增加的現象。

夏季田間試驗時選擇 10 g 與 20 g 之劑量進行試驗，連續使用 3 週後防治率分別為  $71.2 \pm 14.2\%$  與  $93.2 \pm 2.3\%$ （表三），兩者之間具有顯著差異 ( $p < 0.05$ )；Mattila and Gard (1999) 使用 Apiguard<sup>®</sup>，其藥劑為 50 g 中含有 25% 百里酚，計算後大約為每商品

含有 12.5 g 之百里酚，連續使用 3 個星期，於第 10 天更換新的藥劑，因此整體防治試驗共使用約 25 g 之百里酚，其防治率為 73.5~77.5% 之間；另 Palmeri *et al.* (2007) 同樣使用百里酚商品 Apiguard<sup>®</sup>，連續使用 4 個星期，於第 2 個星期更換新的藥劑，整體防治試驗同樣使用約 25 g 之百里酚，其防治率為 87.2~93.3% 之間。依據上述結果顯示，將藥劑分次使用，可以避免發生藥害，甚至提高防治效果。

本文室內試驗結果也顯示，使用 20 g 百里酚處理組的殺蟻率顯著高於 10 g 處理組 ( $p > 0.05$ )，但對於成蜂死亡率而言，20 g 處理組也顯著高於 10 g 處理組 ( $p > 0.05$ )，雖然於田間試驗時無明顯死蜂出現，但為了避免蜂農使用上的疑慮，吾人將 20 g 百里酚分成兩次施用 (10 g 與 10 g)，每週更換一次藥劑，連續兩週處理得殺蟻率為  $89.1 \pm 6.2\%$ （表四），與夏季試驗一的 20 g 處理組的殺蟻率  $93.2 \pm 2.3\%$ （表三）類似，因此如於夏季施用百里酚，可將 20 g 藥劑分成兩次施用，以避免藥劑因高溫揮發過劇而造成蜜蜂的死亡。

冬季田間試驗時，首先同樣選擇百里酚純藥 20 g，但殺蟻率只有  $13.7 \pm 4.6\%$ （表五），此肇因百里酚屬於燻蒸式藥劑，會受到氣溫的影響，且台灣冬季氣溫較低，與夏季防治率比較具有相當大的差異。因此筆者將百里酚純藥的白色晶體，經研磨後形成白色百里酚粉末，透過物理性狀的改變，增加藥劑揮發的表面積，可大幅減少藥劑的使用，因此，於翌年冬季時進行試驗時，使用 4 g 百里酚白色粉末純藥，黏附於 21 cm × 28 cm 的單面紙板上，連續使用 3 週，每週更換藥劑紙板，整體試驗總共使用 12 g 藥劑，於試驗時區分成平放於巢片上方與懸掛於巢片與巢片之間，兩者殺蟻率分別為  $38.0 \pm 13.0\%$  與  $64.1 \pm$

19.0% (表五)，兩者具有顯著差異 ( $p < 0.05$ )，造成此原因經研判主要受溫度與百里酚揮發的表面積影響；平放於巢片上方者，因蜂箱上方較無蜜蜂活動，溫度大約僅 20~25°C 左右，此時不利藥劑的揮發，進而降低防治效果；而使用懸掛法，因懸掛於巢片與巢片之間，屬於蜜蜂育幼區域，溫度大約可維持 30~35°C 左右，可大幅提高藥劑的揮發程度，增加防治效果；進一步估算藥劑施用的密度，使用培養皿裝滿 5 g 百里酚藥劑，其藥劑密度經換算後為 0.0794 g/cm<sup>2</sup>；使用 21 cm × 28 cm 的單面紙板黏附 4 g 百里酚，其密度為 0.0068 g/cm<sup>2</sup>，後者的密度僅約為 1/12，藥劑揮發的表面積高出甚多；由於懸掛藥片法的環境溫度較高且揮發面積大，使得其藥劑施用量雖較低，仍能達到不錯的防治效果。

本研究最後也使用百里酚商品進行試驗，於春季使用 Api Life VAR<sup>®</sup> 進行防治試驗，依照使用說明將藥片 (10 g) 平均分成 4 等份，分置於巢片上方，連續 3 週更換藥劑，整體防治試驗共使用約 22.2 g 之百里酚，其殺蟻率為 88.2 ± 7.4% (表七)，結果顯示百里酚商品與純藥都具有相同的防治效果，但該商品目前尚未進口台灣，筆者曾與國外廠商訪談其防治費用，每進行一次防治療程約需台幣 200 元；而本試驗選用試藥級百里酚，每次施用 20 g 約需 100 元，價格相對便宜，如果使用工業原料級百里酚，防治成本應可再降低。

綜合上述，由於台灣飼養的西洋蜂群並無越冬停卵的現象，而蜂蟹蟻已對福化利逐漸出現耐藥性，目前台灣地區對於蜂蟹蟻防治研究報告，主要提供的防治資材為甲酸 (Chen *et al.*, 1995) 與草酸 (Chen and Chen 2008)；甲酸與百里酚同屬燻蒸式藥劑，但甲酸容易過量揮發，造成蜜蜂與幼蟲毒害；草酸防治蜂蟹

蟻始於歐洲地區，目前草酸作用機制尚未清楚，但筆者研判草酸應屬於接觸式藥劑，其施用方法為每巢片 4 ml，利用噴灑法或澆灌法即可，每 3 天施藥一次，連續 5 次，其防治率為 82.4 ± 3.8% (Chen and Chen 2008)。但草酸防治每 3 天即須開蜂箱施藥一次，連續 5 次施藥相當耗費時間與人力。因此本文建議可以利用百里酚作為替代性防治資材，其藥效可長達 15 日以上，且不需時常開蜂箱處理；於春秋兩季進行防治時，可直接使用 20 g 百里酚，連續使用 3 週；夏季時如考量揮發量可能過高而造成蜜蜂死亡，可將 20 g 劑量分成兩次處理，第 1 週放置第 1 批 10 g 百里酚，第 2 週再放置第 2 批，第 4 週取出剩餘藥劑即可；冬季時每週使用百里酚純藥粉末 4 g，黏附於紙板上，連續使用 3 週，懸掛於蜂路之間，可提高防治效果。值得注意的是，百里酚具有特殊氣味，因此建議於施藥期間停止蜂產品採收，避免影響蜂產品原有風味。

## 引用文獻

- Bacandritsos, N., I. Papanastasiou, C. Saitanis, A. Nanetti, and E. Roinioti. 2007. Efficacy of repeated trickle applications of oxalic acid in syrup for varroosis control in *Apis mellifera*: influence of meteorological conditions and presence of brood. *Vet. Parasitol.* 148: 174-178.
- Bowen-Walker, P. L., S. J. Martin, and A. Gunn. 1999. The transmission of deformed wing virus between honeybees (*Apis mellifera* L.) by the ectoparasitic mite *Varroa jacobsoni* Oud. *J. Invertebr. Pathol.* 73: 101-106.

- Chen, Y. W., and P. L. Chen.** 2007. Important Diseases and Pests of Honey Bees in Taiwan. Bureau of Animal and Plant Health Inspection and Quarantine, Council of Agriculture, Executive Yuan, Taiwan. (in Chinese)
- Chen, Y. W., and P. L. Chen.** 2008. The control of *Varroa destructor* using oxalic acid syrup in brood-right honeybee colonies. Formosan Entomol. 28: 31-41. (in Chinese)
- Chen, Y. W., I. J. Horng, and K. K. Ho.** 1995. The effect of formic acid on *Varroa jacobsoni* and the honeybee colony. Chinese J. Entomol. 15: 287-294. (in Chinese)
- Chen, Y. W., Y. Y. Chen, and X. J. Chen.** 2002. Control effects of three miticides on varroa mites. J. Ilan Institute Technol. 9: 53-60. (in Chinese)
- Chen, Y. W., P. L. Chen, K. K. Ho, and E. L. Hsu.** 1994. The effect of coumaphos on *Varroa jacobsoni* and its influence on honeybee colony. Chinese J. Entomol. 14: 353-360. (in Chinese)
- Colin, M. E., R. Vandame, P. Jourdan, and S. Di Pasquale.** 1997. Fluvalinate resistance of *Varroa jacobsoni* Oudemans (Acari: Varroidae) in Mediterranean apiaries of France. Apidologie 28: 375-384.
- De Jong, D., and P. H. De Jong.** 1983. Longevity of Africanized honey bees (Hymenoptera: Apidae) infested by *Varroa jacobsoni* (Parasitiformes: Varroidae). J. Econ. Entomol. 76: 766-768.
- De Jong, D., P. H. De Jong, and L. S. Goncalves.** 1982. Weight loss and other damage to developing worker honeybee from infestation with *Varroa jacobsoni*. J. Apicult. Res. 21: 165-167.
- Elzen, P. J., F. A. Eischen, J. R. Baxter, G. W. Elzen, and W. T. Wilson.** 1999. Detection of resistance in US *Varroa jacobsoni* Oud. (Mesostigmata: Varroidae) to the acaricide fluvalinate. Apidologie 30: 13-17.
- Floris, I., A. Satta, P. Cabras, V. L. Garau, and A. Angioni.** 2004. Comparison between two thymol formulations in the control of *Varroa destructor*: effectiveness, persistence, and residues. J. Econ. Entomol. 97: 187-191
- Floris, I., P. Cabras, V. L. Garau, E. V. Minelli, A. Satta, and J. Troullier.** 2001. Persistence and effectiveness of pyrethroids in plastic strips against *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) and mite resistance in a Mediterranean area. J. Econ. Entomol. 94: 806-810
- Liu, T. P.** 1996. Varroa mites as carriers of honey-bee chalkbrood. Amer. Bee J. 136: 665.
- Lo, K. C., and R. S. Chao.** 1975. The preliminary investigations on bee mites in Taiwan. J. Agric. Res. China 24: 50-56. (in Chinese)
- Matheson, A.** 1995. World bee health report. Bee World 76: 31-39.

- Mattila, H. R., and G. W. Otis.** 1997. Trials of Apiguard, a thymol based miticide. part 1. efficacy for control parasitic mites and residues in honey. Amer. Bee J. 139: 947-952.
- Milani, N.** 1995. The resistance of *Varroa jacobsoni* Oud. to pyrethroids: a laboratory assay. Apidologie 26: 361-440.
- Milani, N.** 1999. The resistance of *Varroa jacobsoni* Oud. to acaricides. Apidologie 30: 229-234.
- Mutinelli, F.** 2000. European legislation governing the use of veterinary medicinal products with particular reference to varroa control. Bee World 81: 164-171.
- Palmeri, V., O. Campolo, and L. Zappala.** 2007. Evaluation of two methods for applying Apiguard in an area with continuous nectar flows and brood rearing. J. Apicult. Res. 46: 105-109.
- Schneider, P., and W. Drescher.** 1987. The influence of *Varroa jacobsoni* Oud. on weight, development of weight and hypopharyngeal glands, and longevity of *Apis mellifera* L.. Apidologie 18: 101-109.
- Williams, D. L.** 2000. A veterinary approach to the European honey bee (*Apis mellifera*). Vet. J. 160: 61-73.

收件日期：2009年9月22日

接受日期：2009年10月8日

# The Control of *Varroa destructor* Using Thymol in Honeybee Colonies

Chun-Ting Chen<sup>1</sup>, Pei-Shan Wu<sup>2</sup>, Yue-Wen Chen<sup>2\*</sup>, and Chia-Chung Chen<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Graduate Institute of Biological Resources and Technology, National Dong Hwa University, no.123, Hua-His Rd., Hualien City 97003, Taiwan

<sup>2</sup> Department of Animal Science, National I-Lan University, 1, Sec. 1, Shen-Lung Road, I-Lan City 26047, Taiwan

<sup>3</sup> Department of Applied Chemistry, Chaoyang University of Technology, 168 Jifong E. Rd., Wufong Township Taichung County 41349, Taiwan

## ABSTRACT

*Varroa destructor* is an ectoparasite of serious economic importance to beekeeping in Taiwan. In this study, we evaluated the efficacy of thymol against varroa mites in honeybee colonies. In the laboratory trials of thymol against varroa mites, the 10 g thymol treatment provided the best results. The 0-15 days mite mortality was above 81% after treatment, with an  $86.3 \pm 11.7\%$  (mean  $\pm$  sd) mite mortality at 15 days post-treatment. The 5 g thymol treatment resulted in an average 82% mite mortality at 12 days post-treatment, with a  $78.8 \pm 18.8\%$  mite mortality at 15 days post-treatment, but at days 13 to 15 it caused only  $45.8 \pm 24.4\%$  mite mortality. In the laboratory trials of the thymol toxin on adult bees, the 20 g treatment caused a significant increase in mortality of adult bees ( $p < 0.05$ ). In the field trial, in the summer of 2004 (June to Sep), we evaluated the efficacy of thymol. The 20 g thymol treatment gave the best results, causing  $93.2 \pm 2.3\%$  mite mortality; the thymol 10 g treatment resulted in a mite mortality of  $71.2 \pm 14.2\%$ . There was a significant difference ( $p < 0.05$ ) between the 2 dosages. We also obtained a similar result when 20 g thymol was divided into two equal parts of 10 g administration once a week. In the field trial in winter (Dec 2004 to Jan 2005), we evaluated the efficacy of thymol. The thymol 20 g treatment resulted in a mite mortality of  $13.7 \pm 4.6\%$ . In the second field trial the next winter, we evaluated the efficacy of powdered thymol, by sticking 4 g of powdered thymol to a cardboard measuring 21 cm x 28 cm. We conducted three successive treatments at 7 day intervals by placing the thymol-covered cardboard onto the frames or between the bee space. These treatments resulted in a mite mortality of  $38.0 \pm 13.0\%$  and  $64.1\% \pm 19.0\%$ , respectively. There was a significant difference ( $p < 0.05$ ) in mite mortality. This study also used Api Life VAR<sup>®</sup> 10 g by conducting three successive treatments resulting in a mite mortality of  $88.2 \pm 7.4\%$ . These results suggest that applications of thymol would be effective to control the varroa mites in Taiwan.

**Key words:** thymol, *Varroa destructor*, honeybee, control